基于 MPEG-2TS 的广播电台下游传输体系

摘　要：广播电台传输音频信号至下游单位进行发射覆盖的传输链路具有数量众多、结构复杂、使用的技术不统一的特点。本文重点从 MPEG-2 音频编码技术出发，讲解了该编码下传输流 TS 的形成过程，介绍了基于 MPEG-2TS 流下广播电台采用的 ASI 光信号发送、E1、SDH 等多种下游传输体系。

关键词：MPEG-2 TS；传输；E1；ASI；SDH
中图分类号：TN931.2　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2017）08-067-03　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2017.08.023

■文／周　冲　温槟傯

引言

广播是通过无线电波或导线传送声音的新闻传播工具，是人们发声的有利“武器”。众所周知，广播的播出信号来源自电台直播室，经由多种传输模式结合多条传输链路，送往各下游单位进行发射覆盖。目前，我国对广播进行覆盖的方式有调频信号、卫星调幅、数字微波、光纤有线覆盖等。

安全播出是广播的生命线。为了保障电台播出信号送往各发射台（站）的信号不中断，在实际应用中，我们对每个发射台（站）设计了同一信号通过不同链路以不同的路由方式进行传输。其中最具典型代表的有异步串行接口（Asynchronous Serial Interface，ASI）、欧洲使用同时也是我国使用的一次群 PCM 传输体制 E1 与同步数字体系（Synchronous Digital Hierarchy，SDH）。

本文就这三种传输体系的原理与它们在广播电台的使用进行简单的介绍与分析。

1. 关于 MPEG-2TS

众所周知，广播电台现已全面实现了数字化。数字信号大多以专业的数字音频格式 AES/EBU 为主。AES/EBU 在一个传输周期内传输一帧，而每一帧又由 2 个各代表左、右声道的子帧组成。每一子帧比特数为 32bit。根据我国广播电影电视行业标准《演播室数字音频信号接口》（GY/T 158-2000），数字音频以 48KHz 为采样频率 [1]。那么，一对立体声数字信号的总数据率为 48KHz×32bit×2=3.072Mbit/s。从该计算中我们可知，这样的信号带宽是非常大的，非常不利于信号的传输与音频的存储。因此在实际应用中我们需要采用音频编码压缩的技术手段，以此降低信号的数码率。于是 MPEG 系列压缩编码技术就在这样的环境下应运而生。

MPEG 音频编码系统采用了基于感知编码的有损压缩技术，它是依据心理声学掩蔽效应实现的。即在对音频信号进行编码时，对于那些低于听觉阈值的信号，略过编码或减少比特数，以此不降低人类主观听音感受的同时降低传输的数码率，从而实现压缩的目的 [2]。在此技术基础上，前后有 MPEG-1 标准和 MPEG-2 标准。前者解决了由视音频信号构成的压缩层的压缩、解压缩和同步 [3]。后者则是前者的升级版本，它在降低数码率与提升音频压缩质量的同时，对从压缩层输出的基本数据流 ES 打包成用于存储的节目流 PS 或用于广播电视传输的传输流 TS 做出了定义。具体过程如下所述。

一般来说，从电台直播室输出的 AES/EBU 信号经过编码器压缩成 MPEG-2 格式的信号，以此形成基本数据流 ES。随后，打包器对 ES 流进行第一次打包，并进行分组、打包、添加包头信息等操作，产生了大小可以是任意长度的分组数据流 PES。

分组数据流 PES 随后进入节目流，多用复用器进行第二次封装，即 PES 通过再次打包的方式复用为单个长度任意的节目流 PS。

传输流 TS 是对节目流 PS 的再次打包封装过程。到这里，基本数据流 ES 已经进行了第三次封装。TS 的固定长度为 188 字节。当然，我们也可以从分组数据流 PES 直接打包成 TS[3]。

一般来说，因为 PS 流的长度是可变的，造成了 PS 包里同步信息的位置不固定，容易导致信息丢失。而 TS 流长度固定，可以在包里固定的位置检测到同步信息。因此，在传输误码率较高的恶劣信道里，TS 流最适合用来传输。在信道环境好，又想节约成本与时间的情况下，则使用 PS 流传输。基于 MPEG-2 的 PS 流与 TS 流形成过程如图 1 所示。

2. 广播电台传输 MPEG-2 TS 的方式

在广播电台，由直播室出来的播出信号经过编码器编码，被送往复用器进行打包形成 MPEG-2 TS 流后，即被以不同的传输方式并且经过多种路由方式送往下游单位。下面，就广播电台基于 MPEG-2 TS 的传输方式进行介绍。

2.1 ASI 光信号的发送

ASI，即异步串行接口。在实际应用中，我们将复用器产生的 MPEG-2 TS 信号流适配到异步串行接口，以此实现不同速率的 MPEG-2 TS 流以恒定的 ASI 码流速率在编码器、复用器与调制器之间进行点对点传输。它主要通过 8B/10B 的编码方式，即在 MPEG-2 TS 输入码流的每个字节中产生 10bit 字用来填充，以此形成恒定的 270Mbit/s 的码率。另一方面，8B/10B 编码具有自身错误检查的能力和良好的字节同步，这些优势可增强 MPEG-2 TS 流在传输信道抗干扰能

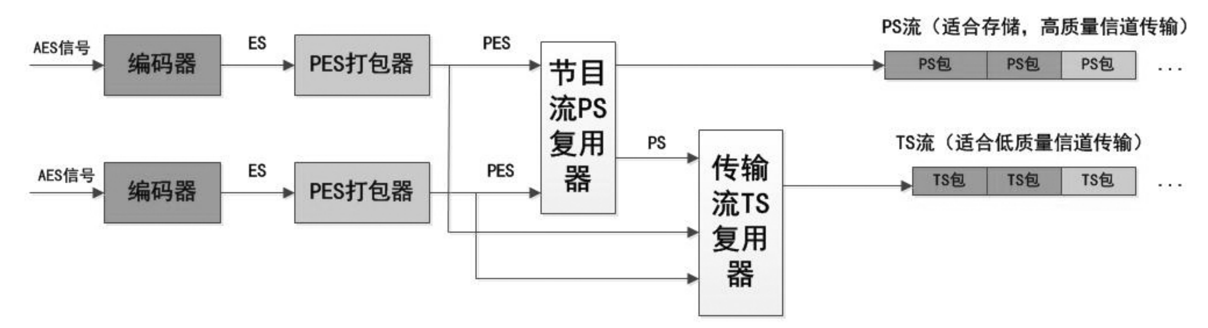


图 1　基于 MPEG-2 编码端的码流形成过程图

力[3]。因此，ASI 的传输安全性和可靠性都很高。

在实际应用中，我们大多采用同轴电缆 BNC 头为 ASI 码流提供物理性的连接，同时采用以发光二极管为光源的光纤进行传输。基于这样的配置，MPEG-2 TS 可以实现较长距离传输，例如在 50-70Km 的本地距离内使用光纤电缆进行传输，或者通过卫星链路传输。因此，在广播电台中也大多采用 ASI 码流通过光发机以光信号的形式发送至下游单位。

2.2 E1 传输

E1 标准是我国与欧洲各国之间使用的基于 PCM 的传输系统。它可通过同步时分复用技术将 32 个相等的信道合在一起进行数字复接。在 32 个信道之中，每个信道传送 8bit，采用 8KHz 的采样率。那么每个信道可传输速率为 8KHz×8bit=64Kbit/s 的信号，那么 32 个信道即总共可传输的数据率为 64Kbit/s×32=2.048Mbit/s。但是在 32 个信道中并不是所有的信道都可以进行传输的，我们规定划分的这 32 个相等时隙，被编号为 CH1-CH31。其中 CH1 做为帧同步标志，CH16 用来传输控制指令。因此，只有 30 个信道可用来传输数据[4]。

一般来说，广播的一路立体声信号在编码后所占用的带宽大约为 256Kbit/s。那么，我们可以将 E1 传输系统中的 4 个信道通过数字复接技术结合在一起，做为一路广播通道进行音频信号的传输。因此，我们可以说 E1 技术的出现，使广播的多路多种信号能够有效地整合在一起，并通过一种传输设备进行传输，充分地利用了信道的资源，提升了传输的可用率。

广播电台大多采用具有编码功能，并且能实现 E1 双向通信为一体的 E1 传输系统将音频信号传输至下游单位进行覆盖。在实际应用中，我们可对多个直播室输出的 AES/EBU 信号在一台设备上编码成 MPEG-2 格式后，再通过数字复接技术来实现 E1 的多信道合并。接下来即可完成最后的传输工作。一般来说，我们会选择光纤介质来进行 E1 信号的传输。但是大多数广播电台，会选择将 E1 信号再次复接到 SDH 中来进行最终的传输。下面，我们将介绍下 SDH 的传输方式。

2.3 SDH 传输

广播电视系统传输的业务以音频和视频为主，具有传输时间长、内容类别多与带宽大等特点。因此，一次只能传输 2M 的 E1 系统，在使用上似乎有点捉襟见肘。再加上广播电视节目具备时效性，如何在节目传输过程中保证严格的时钟同步匹配，使得数字系统能进行低延时的传输，并准确解析出数据，这是我们需要解决的问题。

随着同步数字体系（Synchronous Digital Hierarchy，SDH）的问世，很好地解决了这一问题。SDH 是一种集数字复接技术、分接技术、传输与线路交换为一体的系统。它所采用的同步传送模块 STM-N 可供用户自行选择不同等级的带宽。SDH 传播速率主要由 STM-N 决定，其中 N=1、4、16、64，最大可选择 256。SDH 的采样频率为 8KHz，其每一帧由 9×270×N（N=1、4、16、64、256）字节组成。因此 STM-N 的传输速率为 8000×9×270×N×8=156×N Mb/s（N=1、4、16、64、256）。由此我们可以得出，SDH 为我们提供了 156Mb/s，622Mb/s，2.5Gb/s，10Gb/s 等多种传输带宽[4]。较大的带宽和灵活的选择方式，很好地满足广电系统传输节目的要求。对于大多数广电部门来说，一般选择 2.5Gb/s 带宽速率；部分需求量大的单位，会升级到 10Gb/s 来满足需求。

其次，SDH 系统具有严格的同步性，使得整体采用该技术的网络具有可靠性高，误码率少的优势。再次，SDH 自身可组成环网，使其具有自愈的保护能力和较强的生存率，能够有效地避免了其中一个传输节点的中断，造成整条传输链路通信的终止。此外，SDH 具有统一的帧结构和网络节点接口，较好的兼容性使其形成了全球统一的传输标准。同时，SDH 在 OSI 网络模型中属于最底层的物理层，因此我们可基于 SDH 系统，进行 IP 网络层的传输。这也是目前部分广电系统正在改造实施的方向之一。最后，SDH 不仅适用于光纤传输，在微波和卫星通信上也有很好的利用[4]。这些都成为了我国选用 SDH 技术在国家级与省部级之间进行有线电视传输的主要原因。在 2.1 节中，我们已经提到，一套广播立体声节目传输率为 256Kb/s，那么会占用 4 个 E1 信道。那么，在一次 E1 传输中，30 个传输数据信道，只能够为大约 7 套节目提供传输通路。如果我们采用 SDH 的传输方式，可将多个 2M 的 E1 传输复接到 SDH，进行统一的传输。

与此同时，我们可将 ASI 信号通过相应的适配器将带宽进行调整，再送入 SDH 系统中一并进行传输。在实际应用中，SDH 的带宽由若干个 2M 和若干个 45M 带宽组成。具体如图 2 所示。

3. 结语

广播电台传输节目信号的方式多种多样，正因为如此才保证了广播信号的不中断与高质量。但是，并不是每种传输都具有绝对的优势，例如 SDH 在具有高带宽、严格同步性、

（下转第 72 页）